

位置ずれを考慮した低解像度ナンバープレートの数字識別

Recognition of Poor Resolution License Plate using Shift-Length

正木 淳一郎[†] 木田 勇次[†] 藤田 和弘[‡] 中森 伸行[†]

Junitiro Masaki Yuji Kida Kazuhiro Fujita Nobuyuki Nakamori

1. まえがき

犯罪捜査を目的として、図1のような解像度の低い車のナンバープレート画像から一連指定番号を読み取る要望が強い。特に数字部分の画素数が縦4pixel横2pixel程度で、目視による識別が困難な画像に対しての認識手法の確立が課題となっている。これまでの研究から、低解像度数字画像の識別にはモーメント特徴量とベイズ識別を利用した数字の識別が有用であることが分かっている^{[1][2]}。合わせて、解像度のような事前情報を実画像から推定し、識別に利用することで識別率が向上することも分かっている^[3]。

低解像度数字画像を識別する場合、図2のような数字位置と画素境界の相対位置の違いが数字の形状に影響する。この位置ずれ量を実画像から推定し、学習用サンプルの重み付けに利用すれば、識別率のさらなる改善が期待できる。本研究では、上記のようなずれを識別対象であるナンバープレート画像から推定し、解像度と合わせて低解像度数字の識別に利用する手法の検討・評価を行った。この論文では以下の三つについて記す。

- (1) 数字識別に用いる手法の概要
- (2) 解像度と位置ずれの定義と推定方法
- (3) 解像度と位置ずれを利用した識別実験と結果

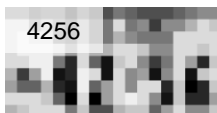


図1 低解像度ナンバープレート

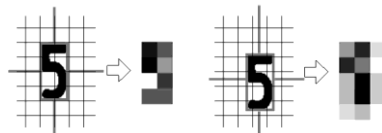


図2 位置ずれ量と数字の形状

2. 識別手法

2.1 数字シンボル位置の推定

識別対象となる数字画像の抽出や、解像度や位置ずれの推定のため、最初にナンバープレートの画像から四つの数字シンボルの位置座標を推定する。シンボル位置の推定には、ナンバープレートの規格と対象画像の縦横方向の画素値の和を利用する。日本で一般的に用いられているナンバープレートは、地名や分類番号、数字の書かれた位置が規格によって定められている。画像値を縦・横方向に足し合わせた値(図3)の極値からシンボルの大まかな位置を求め、規格位置を利用して最小二乗法で補正することで位置の推定(図4)を行う。

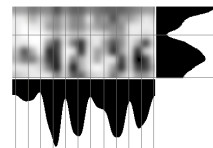


図3 縦/横方向総和

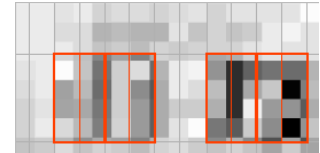
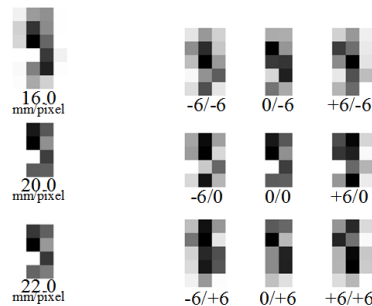


図4 位置推定の結果例(4256)

2.2 解像度と位置ずれ

実画像から推定して識別に利用する情報として、本研究では解像度と位置ずれ量の二つを利用する。解像度[mm/pixel]とは、数字画像がいくつの画素で表わされるのかを示した値で、数字の形状にも影響を与える(図5(a))。実画像のシンボル毎に含まれる画素数[pixel]が分かれば、ナンバープレートの数字シンボルの大きさが縦80mm横40mmであることを考慮して解像度を算出できる。例として数字画像が縦4pixel横2pixelで表わされる時、その解像度は20mm/pixelになる。



(a)解像度 (b)位置ずれ量(x方向 pixel/16, y方向 pixel/16)

図5 パラメータによる数字画像"5"の違い

位置ずれ量[pixel]とは、図2に示すような原画像の中心位置と解像度境界とのずれ量を示した値で、この値によっても数字画像の形状が変化する(図5(b))。特に、解像度20mm/pixelの画像をちょうど縦4pixel横2pixelに低解像度化できるときの位置ずれ量を(0,0)と定める。ナンバープレート内の数字シンボル位置を推定できていれば、画素境界とシンボル中心の間どの程度ずれがあるかを調べることで実画像の位置ずれ量を求められる。

2.5 ベイズ識別

学習用の数字サンプルから得られた特徴量は、サンプルに重みを持たせてから正規分布で近似し、識別時の尤度計算に利用する。その際、対象画像から得られ

† 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

‡ 龍谷大学理工学部

た解像度と位置ずれ量を数字サンプルのものと照らし合わせ、近似の際に重みを持たせる。

i番目のサンプルの解像度、位置ずれ量をそれぞれ r_i, x_i, y_i , 特徴量を f_i とする. 重み係数を M とし, 実画像の解像度, 位置ずれ量を R, X, Y とすると, サンプルごとの重み w_{Ri}, w_{Xi}, w_{Yi} , およびサンプル全体の特徴量を近似する正規分布の平均 μ_f と分散 σ_f^2 は下の式のように表わされる. 結果として, 解像度と位置ずれ量が完全に一致するサンプル画像に $3M$ の重みを与え, そこから解像度が $A(\text{mm/pixel})$, 位置ずれ量が $1/B(\text{pixel})$ 変化すると重み一つ小さくなる. 本研究では $A=0.5, B=8$ とした.

$$w_{Ri} = M - \text{abs}(R - r_i)/A$$

$$w_{Xi} = M - B * \min(|X - x_i|, 1 - |X - x_i|)$$

$$w_{Yi} = M - B * \min(|Y - y_i|, 1 - |Y - y_i|)$$

$$w_i = \max(w_{Ri} + w_{Xi} + w_{Yi}, 0)$$

$$\mu_f = \sum w_i * f_i / \sum w_i$$

$$\sigma_f^2 = \sum w_i (f_i - \mu_f)^2 / \sum w_i$$

3. 実験

前述の手法を元に, 4枚のナンバープレートの画像から数字位置を推定し(表1), それを利用して解像度と位置ずれ量を計算した. 更に, 画像に含まれる16個の数字をベイズ識別により識別し, その結果を確かめた. 識別に用いる特徴量は文献[1]と同じく, x方向, y方向それぞれの歪みと尖度, および標準偏差比の5つを用い, 学習用サンプルから抽出した特徴量を5次元正規分布で近似した. 特徴抽出の前には文献[2]と同様にガウスぼかし, 窓関数による前処理を行った. 学習用サンプル画像は解像度16~23mm/pixel (0.5mm/pixel刻み, 計15種)のものを数字あたり3,375枚用意した. 数字と解像度毎に, 異なる位置ずれ量のサンプルが225枚含まれている.

識別結果は尤度の高い順に第三候補までを出力し, その中に正しい数字が含まれているか否かを識別率とした. また, 分布近似の際に解像度と位置ずれ量で重み付けを行う場合とそうでない場合に分けたもので識別結果の比較を行った.

表1 対象画像から得られた解像度と位置ずれ量

Number	[1173]	[4685]	[9203]	[4256]
Resolution [mm/pixel]	21.0	20.5	20.5	18.0
Shift-x [pixel/16]	-6+5+5 0	+3-1+2-2	-2+6-7+3	-2-1-4-3
Shift-y [pixel/16]	0	+7	-5	+2

識別結果を表2に示す. すべての学習用サンプルを利用して識別を行った場合に比べ, 解像度と位置ずれ量を利用して重み付けた場合に識別率が向上していることが分かる. また図6は識別に利用したサンプルの特徴量を散布図にしたものの一例で, 重み付けによって実際の画像に適した学習用サンプルを識別に利用できている様子が確認できる.

表2 識別結果

	最大重み	1st	2nd	3rd
全サンプルを識別に使用	-	38%	63%	81%
解像度のみ考慮	1	50%	75%	94%
	2	56%	81%	94%
	4	44%	75%	88%
	6	31%	75%	88%
解像度+位置ずれを考慮	3	75%	88%	94%
	6	56%	88%	88%
	12	38%	75%	81%
	18	38%	63%	88%

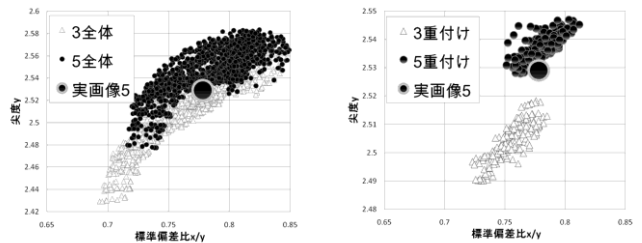


図6 学習用サンプルの特徴量分布 (左: 重み付け前 右: 解像度・位置ずれ量で重み付け)

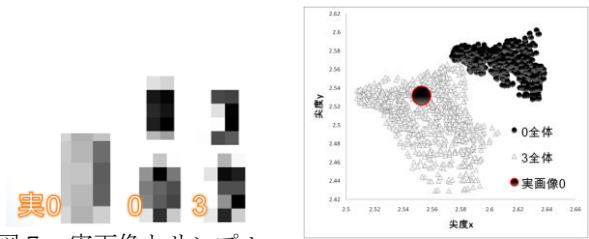


図7 実画像とサンプル 図8 実0とサンプルの分布

一方, 図7は"3"などに誤識別した"0"の数字シンボルである. 図8のように特徴量の分布を見ると, 実画像の特徴量が学習用サンプル"0"全体のものから離れた位置にあることが分かる. これは, 数字シンボルを抽出した際に画素が欠け, 特徴量が正確に得られなかったのが原因である可能性が高く, 数字シンボルをより正確に抽出する手法の確立が課題になる.

4. 参考文献

- [1]木田勇次, 藤田和弘, 平田巧, 吉川歩, 中森伸行, “モーメント特徴量を用いた低解像度ナンバープレート数字識別手法”, 電子情報通信学会総合大会 D-12-46 2009
- [2]正木淳一郎, 木田勇次, 藤田和弘, 中森伸行, “低解像度ナンバープレートの数字の識別”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会 A-21-9 2012
- [3]正木淳一郎, 木田勇次, 藤田和弘, 中森伸行, “解像度推定を利用した低解像度ナンバープレートの識別”, 電子情報通信学会総合大会 D-12-63 2013